



TITLE:

# 木造空間の一特性

AUTHOR(S):

山田, 正

---

CITATION:

山田, 正. 木造空間の一特性. 木材研究資料 1976, 10: 15-29

ISSUE DATE:

1976-03-31

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/51255>

RIGHT:

## 木造空間の一特性\*

山田 正\*\*

A Property of Space made of Wooden B. E.

Tadashi YAMADA

### 木造空間

主に木材材料によって形造られている生活空間を木造空間とよび、その特性の一端を考察する。

建築材料の選択ならびに利用の合理化に関する系統的な一連の研究成果が「材料設計に関する研究」と題されて建築研究所から報告されており、そこには表1に一部の例をみるように、外力、水、熱、火などから経済性にわたる10の大素因を夫々10項目ずつ、合計100の中素因に分けて生活空間の条件が分類されている。一方、生活空間は種々の目的、用途のものが要求され、夫々の空間を形造るために仕切りが必要となる。この仕切りとなるものが建築要素 Building element, BE であり、それは部位によって、柱、床、壁、天井などと呼ばれる。建築要素はさらに、各種の材料から組み立てられていて、これらの分類は同報告に表2のようにまとめられていて、例えば、木造空間と木材材料とのかかわり方を一べつするのに便である。

なお、表2の中の内部表面材料や外部表面材料の多くは一般に、内装材、外装材と呼ばれるものにあたる。表1に見られる空間への要求条件はその空間の用途に応じて程度が異なってくる。例えば、住宅内でも寝室と浴室とでは結露に対する条件の程度を異にする。材料選択を意味する材料設計における問題の一つは、このような判断の適否にあるが、この表1の中の項目を詳細に見ると安全性などに関する性能面についてはよく配慮されているものの居住性能の面からは必ずしも十分とは言えない。例えば、“室内気候が快適である”ことは保健能率上、居住条件として重要な項目と考えられる。

さて、空間を直接形造っている建築要素の性能についてどのような点に着目すべきかを検討してみよう。物性の面から建築要素を評価する主要因を三つ取上げて図示すると図1のように表象性 Visual (Aesthetic)

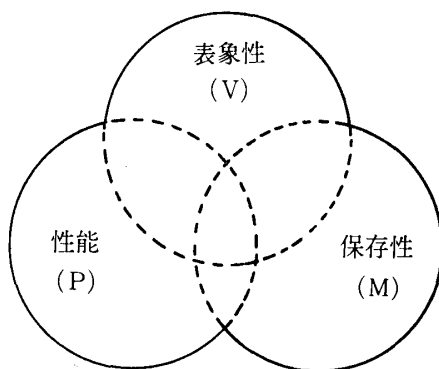


図 1

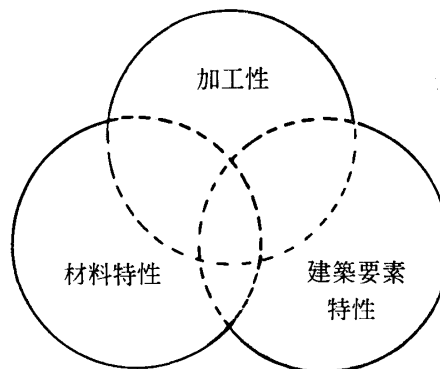


図 2

\* 第29回 木研公開講演 (1975. 5. 23) の講演

\*\* 木材物理部門 (Division of Wood Physics)

表 1<sup>1)</sup>

番号	要 求 条 件	番号	要 求 条 件
50	外 力	532	屋内の火事が起こりにくく、もえ広がらないこと。
500	自重に対して安全であること。	533	室内の火事が起こりにくく、もえ広がらないこと。
501	積載・積雪荷重に対して安全であること。	534	もえ広がらないこと。
502	衝撃荷重に対して安全であること。	535	煙に対して安全であること。
503	振動しないこと。安全であること。	536	漏電によって出火しないこと。
504	地震力に対して安全であること。	537	引火しないこと。
505	風圧に対して安全であること。	538	自然発火しないこと。
506	水圧に対して安全であること。	539	放火に対して安全であること。
507	局部圧縮荷重に対して安全であること。	54	光・電気 (略)
508	土圧に対して安全であること。	55	音・空気・ガス
509	摩耗に耐えること。	550	必要な室外音がよく聞えること。
51	水	551	不必要な室外音が入らないこと。
510	水が円滑に供給・貯蔵されること。	552	内騒音が適当に消滅され、外部に洩れないこと。
511	排泄物が円滑に貯蔵・排出できること。	553	室内の人声がよく聞えること、また外部に洩れないこと。
512	排水が円滑に行なわれること。	554	楽音が聞き易いこと、また外部に洩れないこと。
513	飛散水に害されず、吸透水しないこと。	555	発音、衝撃音が生ぜず、伝わらないこと。
514	外湿分が入らないこと。外湿分に害されぬこと。	556	換気栓が適当であること。
515	内湿分が適当に吸収されること。内湿分に害されぬこと。	557	空気が清浄に保たれること。
516	結露が生じないこと。	558	室内気流が適当であること。
517	雨水が入らないこと。	559	ガスが円滑に供給されること。
518	地下水が入らないこと。	56	飛来物・飛散物・付着物 (略)
519	海水に害されないこと。	57	人間感覚・動植物
52	熱	570	形状が快適で便利なこと。
520	太陽熱に耐えること。	571	寸法が快適で便利なこと。
521	熱損失が少ないこと。	572	色が適当であること。
522	室温変動が小さいこと。	573	触感およびテクスチャーが快適であること。
523	暖房・炊事などの熱に耐えること。	574	動作に対する感覚が快適であること。
524	摩擦熱に耐えること。	575	よい香りのすること。
525	工業生産のための熱に耐えること。	576	人間の活動に安全であること。
526	熱サイクルに耐えること。	577	鳥獣の活動によって損傷を受けないこと。
527	冷凍などの低温に耐えること。	578	昆虫の害を受けないこと。
528	凍結融解作用に耐えること。	579	菌類の害を受けないこと。
529	凍上に安全であること。	58	施行性 (略)
53	火	59	経済性 (略)
530	戸外の火事に対して安全であること。		
531	戸外の飛火に対して安全であること。		

(表中の番号はコンピューター用のもの)

properties, 性能 Performance properties, 保守性 Maintenance properties の三者が互に関連しあっている。ここに表象性とは視覚的美しさ、審美性など精神的な性能を意味する。又、性能とは対圧、対衝撃、対摩耗、断熱、吸音、吸水、撥水などの物理的な諸性能を意味するが、これに触感、温暖感などの好悪感が定量的に加味されるならこれを機能性 functional properties と呼ぶべきであろう。建築要素の本質的な許価は、これら三者の有機的な結合状態についてなされるべきであるが、実際には、膨大なデーターのそろっている性能面は無視され易く、表象性が決定要因となるのが一般のようである。ここにも材料設計における問題が存在する。

このような建築要素の性質をさらに詳細に分析し、建築要素に要求される性能として列記して分類されたものが表3である。表3を見ると例えば、使用感はあるても好悪感など居住性からみて重要な因子が見当たらない。

建築要素は、材料から形造られるが、建築要素の特性と材料特性とは材料の加工性を介して、図2のように関係しあう。材料性能と建築要素の性能とが全く一致する場合もあるが、両者が一致しない場合も多い。例えば、建築要素の表面材料が同じでも下地や構法の違いにより強度剛性や材料表面の熱移動量は、かなり変化するものである。材料設計のもう一つの目的は、このような建築要素の特性を材料の加工性を考慮しつつ、材料の基本特性から予測してそれを有効に生産することにある。すなわち、表3と表4を比較すると重複するところが極めて多く、特に項目62～69は、表4の72～79と殆んど一致していて、異なるのは弾性係数など十数項目にすぎない(表4)。

弾性係数については、木材、プラスチック複合材、金属など各種の材料のヤング率を比重に対してプロットすると図3のようになり、木材の軸方向のヤング率の延長上には合金などの材料の値が存在していて、材料の種類を問わず、ある巾を持つ一定の傾向がみられる。この図からみてダイヤモンドやホイスカーのように無欠点の結晶では、合金などに比し、1オーダー高い値をとることから考えて、木材の軸方向のヤング率は実質を改変してしまっても一桁高い値を望むのが限度であるが、一般建材ではそのような特に高性能を要

表 2<sup>1)</sup>

項目	(10) 建物の用途	(20) 空間の用途	(30) B Eの種類	(41) B Eにおける材料の位置				
	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0	1 2 3	4 5 6	7 8 9	
分類	そ居教集事販運交生 住・育会務売・療産 の・宿育会務売・療産 泊・用用用用用用用 他用用用用用用用  (住学公事商劇駐病工 宅校館所店場車場)	そ収休食排入通デ重観 納息事・浴行ス作・覧 の・・・・脱出・ワ・儀 格睡調・衣入・ク・特 他納眠理泄・着待・作・建 他納眠理泄・着待・作・建  (物寝調便運 置室室所所動)	設柱柱耐帳床天屋階開 備・・・・・・・・・・ そ・基・力・根・口 の他礎梁壁壁版井版段部  (39) B Eに接するもの の種類  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9  そ▲▲▲▲▲▲▲▲ の↑↑↑↑↑↑↑↑ 他▼▼▼▼▼▼▼▼  土 木	B E 全体	外表材	部 面 材 料	中 心 材 料	内 部 面 材 料
	構造体 の 一 部 材 料	全 く 負 荷 な し	全 く 負 荷 な し		全 く 負 荷 な し			

表 3 B E に 要 求 さ れ る 性 能<sup>1)</sup>

番 号	大 素 因	B E に 要 求 さ れ る 性 能									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	外 力 重 量		耐 圧 力 (面に垂直)	耐 圧 力 (面に平行)	耐 引 張 力 耐せん断力	衝 撃 強 さ	繰 り 返 し 強 さ	変 形 能 性 剛 性	ク リ ー プ	表 面 硬 さ 局 部 圧 縮	耐 振 動 性
61	水	吸 水 量	透 水 性	透 水 係 数	吸 湿 率	透 湿 率	水・湿気による形状・寸法の変化	水・湿気による強さの変化	耐 水 性	耐 湿 性	結 露 性
62	熱	熱貫流抵抗	熱伝達抵抗	温度伝導率	(吸 収 能) 黒 度	熱 容 量	熱による形状・寸法の変化	熱による強さの変化	対熱サイクル性	(可使最高) 温 度 対 熱 性	(可使最高) 温 度 対 冷 性
63	火	引 火 点	着 火 点	発 火 点	溶 融 点	火 炎 伝 播 速 度	燃 焼 速 度	爆 発 性	発 熱 量	発 煙 性	防 火 性
64	光・電気・ガス	日 光 の 透 過 率	日 光 の 反 射 率	対赤外線性	対紫外線性	光の拡散性	透 視 性	電気絶縁性	静 電 気 性 発 生 性	避 雷 性	対放射線性
65	音・空気	平 均 透 過 損 失	低 周 波 透 過 損 失 100～ 250Hz	高 周 波 透 過 損 失 1000～ 5000Hz	平均吸音率	低 周 波 吸 音 率	高 周 波 吸 音 率	衝 撃 音 伝 播 音	発 音 性	共 鳴 性	透 気 性
66	飛来・飛散・付着物	ほこりに対する汚染性 除染性	付着物に対する汚染性 防染性・損傷性	対 油 性 対 溶 剤 性	対 酸 性	対アルカリ性	対塩類性	対 R I 性	損 傷 性	摩 耗 性	発ガス性
67	感覚・人間・動植物	形状・寸法	色	光 沢	変 退 色 性	触 感	使 用 感 操 作 性	香 臭	傷 害 性	対鳥獣性	耐 虫 性 耐 菌 性
68	施 工 性	加 工 性	接 合 性	取 付 性	仕 上 性	運 搬 ・ 輸 送 性	モ デ ュ ー ル	形状・寸法の正確度・調整	安 定 性	作 業 性	養 生
69	経 済 性	主 材 料 費	副 材 料 費	工 費	建 設 費	入 手 性	施 工 期 間	維持・取替・模様替・移設	耐 用 年 数	生 産 性	終 局 経 費

木材研究資料 第10号 (1976)

表 4 材料に要求される性能<sup>1)</sup>

番号	大素因	材料に要求される性能									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70	外力	比重	圧縮強さ	曲げ強さ または曲げ破壊モーメント	引張強さ せん断強さ	衝撃強さ	繰り返し強さ	弾性係数	クリープ	硬度 局部圧縮	疲労
71	水	吸水率 または吸水速度	透水時間 または透水係数	含水率	接触角	吸放湿性 (含水率の変化率)	透湿率	水・湿気 による形状・寸法の変化	水・湿気 による強さの変化	耐水湿性	結露性

72～79は表3の62～69とほぼ同一（ただし 721 熱伝導比抵抗, 759 透気係数）

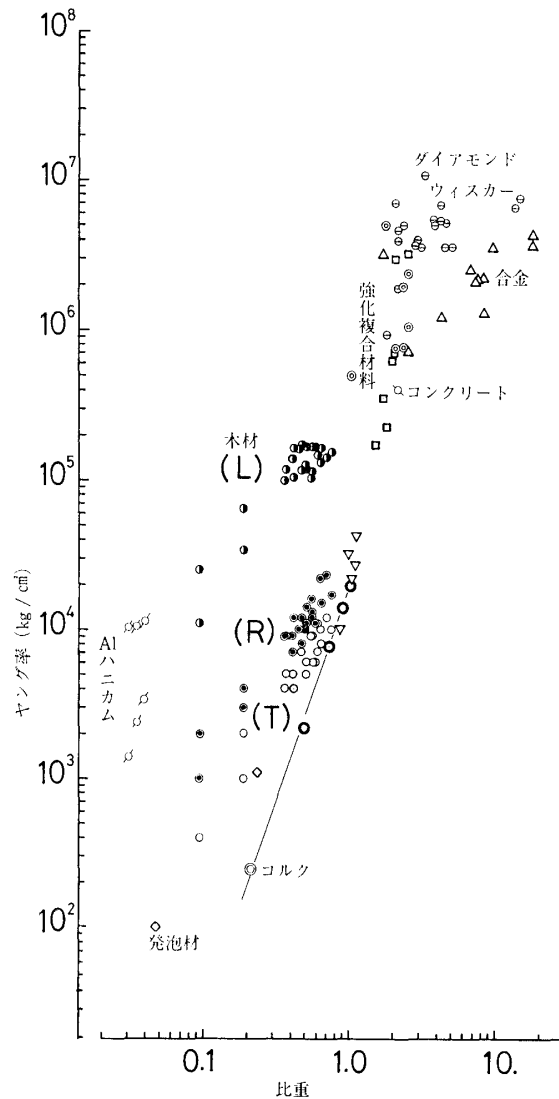


図 3

(L)：木材の軸方向, (R)：半径方向, (T)：接線方向

求する必要はない。また、伐採後二百年位、木材の弾性率は年と共に高くなり<sup>3)</sup>、材質は向上する。なお、座屈に関する木材のメリットは表5に示されている<sup>2)</sup>。木材材料のこのような利点を生かす工法として、住宅の建築に近年、枠組壁工法が米加から導入されて来たが、その際の重要な強度性能であるところの釘保持力が表4には取上げられていない。また、接着釘結合構造は、床などの剛性を大きくして木構造物における歩行等に伴う小振幅の振動の減衰には大きな効果をもつものである。釘結合は結合後の乾燥に伴って、elastic bearing constant が50%を越す低下をみることもあり、温湿度の非平衡下の材料のレオロジー挙動と関連した十分な検討が部位によって必要であるし、また、予め釘径の60~70%の穴あけをしておくことにより、結合力を向上させる加工も考慮する必要があるだろう。しかし、材料の結合に釘の利用は最も自由で簡便容易な加工法であり、木材はそれに適した材質をもつ。木材の加工性は表5や図3の特性あるいは材質の向上をみる経年変化とともに空間を木造とするときの利点であって、木材空間の一特性でもある。

## 感 触

木材という言葉が存在することは、すでに自然界のあらゆるものの中からある特定の性質が選び出されて抽象化され、木材という一つの類概念が形造られたことを意味する。そして木材について考える主体に木材に関する情報を提供するものが感官である。すなわち、視感であり、触感であり、聴感であり、嗅覚、味覚である。このように木材を認識する上に感覚は重要な意味を持つのであるが、一般物理学の進歩には現象の記述に数学を用いる必要があるため、あらゆる量を長さ、質量、時間の三つの基本単位に還元することとなり、その指針として五感に頼っているのは普遍性に欠けるため、究極のところ視覚による点や線の空間的一致のみを認めることとなって、他の感覚は無視されるようになった。普遍的な科学的実在を求める上で、このような過程をたどるのは当然であり、それが現在に見る科学の発展をもたらして材料科学の分野においても性能 performance の面では秀れた材料を生み出してはいるけれども、人間とその生活空間とを含むシステムの中で材料の果たす役割——機能 function を考えていく上では、材料の認識に人間の五感が何の価値も認められないことの当否は検討する必要がある、これに関した問題はかつては科学思潮論争に見られた処であり、一方では又、今日の官能検査の体系化へと発展をみている。

さて、材料の如何を問わずそれによって造られた建築空間は、そこに生活する人に常時作用して人体に影

表 5<sup>2)</sup>

材 料	比 重 $\gamma$	弾 性 率 $E$ (kg/mm <sup>2</sup> )	引強 張度 $\sigma_t$ (kg/mm <sup>2</sup> )	比強 度 $\sigma_t/\gamma$ (kg/mm <sup>2</sup> )	比弾 性 $E/\gamma$ (kg/mm <sup>2</sup> )	座 屈 特 性	
						柱・円筒 $\sqrt{E/\gamma}$	板 $\sqrt[3]{E/\gamma}$
75S-T6 アルミニウム合金	2.8	7,400	64	19.3	2,640	30	6.9
Cr-Mo 鋼	7.8	21,000	90	11.5	2,700	18	3.5
ガラスクロス(#181)6層積 層板、厚さ 1.6 mm $V_f=40\%$ , ポリエステル	1.6	1,700	25	15.5	1,060	26	7.5
ガラスローピングFW材エ ポキシ、 $V_f=70\%$	2.1	6,130	136	64.8	2,920	37	8.7
ボロン繊維強化エポキシ一 方向材、 $V_f=0.70$ $E_f=4.2 \times 10^4$ , $\gamma_f=2.60$	2.17	29,400	196	90.2	13,540	79	14.2
ひのき(檜)	0.5	1,000	7	14	2,000	63.2	20

響を与えるので、徐々に人間自身がその材料の影響を受けて変っていくものである。粗雑な例となるが、石の文化のヨーロッパと木の文化の日本との国民性の差異は明らかであろう。従って、所定の理工学的目的に適合した性能のみに着目して材料を選んでしまった場合は実際はその適合した目的のみではなく、その材料が他の面で使っている人に影響を与えることになる。材料の秀れた性能だけを選んで適在適所に用いることは理屈としては成立つものの、実際にはかえって性能と機能のバランスがとれた材料を選ぶことがより人間に幸をもたらすものである。このような影響をどのように評価するかは困難な点が多いが、材料に対する好悪感や材料による疲労感などの感覚的な検討はその一つの目安となり得るものである。材料の感覚的な認識についてふれると、視感（電磁波により色彩、光度を感じるとともに触感的な三次元空間の表象を組み立てる。心理学的には深経覚（広狭感）などの問題がある。聴感（発音体から出る機械的振動を感じるもので音感とともにある程度、空間知覚に関係するものである。触感（皮膚による接触感と人体内部器官による有機感覚ないし運動感覚とがある。前者は温冷感、粗滑感、圧感、痛感など木材の表面特性に関する感覚である。また、有機感覚は、例えば、内耳の三半規管による回転感覚や耳石によって起る加速度の感覚などのように運動の存在を知り、空間、時間の認識に重要なものである。運動感覚は筋肉や腱、関節あるいは皮膚の色々な部分の感覚が交わって、例えば、重量に対する抵抗感覚を生む。そしてこれらの感覚は単感覚としてあるいは共感覚として材料を認識する上に重要な働きをもつものである。

前記の表1には、触感およびテクスチャーが快適であることの項目が設けられ、さらに定性的グレーディングならびに定量的グレーディングについて同報告に試験方法が提案されている。それは予め構成された7段階の嗜好尺度に基づいて10人以上の生理的にも心理的にも正常な被験者に各種触感およびテクスチャーの材料を一定の条件下で見せて、1. 非常に悪い、2. かなり悪い、3. やや悪い、4. 良くも悪くもない、5. やや良い、6. かなり良い、7. 非常に良いの7段階の嗜好尺度を記入した調査紙に各自の視覚的評価を記入させて、材料の嗜好度を測定し、各種建築材料の触感およびテクスチャーがどの程度嗜好に適してい

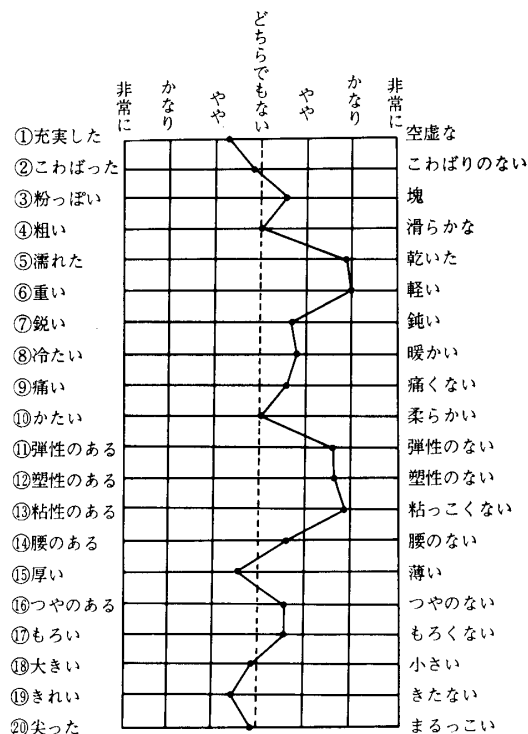


図 4<sup>4)</sup>



るかの傾向を判定するものである。さきに吉田は、図4に示されているような20個の形容語対に関する7段階の尺度について50種の材を視触試験し、結果をプロフィールとして与えている。<sup>4)</sup> 同図は、35°C、80%RHの下で25名により得られたラワン合板試料のパタンであって、木材のプロフィールが図のように右方に片寄っているのに対し、金属では左方に片寄る部分が多い。このようなパタンに気温の影響は見られず、また、彼は視覚を除外しても視触下の触感とほぼ同様であることも確め、さらに多次元尺度構成法を適用して、これら材料間の触感に関する総合的な類似点を評定している。なお、木材の形容語については Blomgren の提案がある。<sup>5)</sup> 人間を尺度としたこのような心理量と材料の客観的な物理量との対応については Fechner-Weber や Guilford の法則がある。前者は感覚の強さは刺激の対数に比例するというものであり、後者はべき関係にあるというものである。

材料に関する形容語対には、図4の例に見るように数多くの種類があるが、岡島は材料の嗜好度を総合評価するのに、これらの内から要素感覚として温冷、粗滑、硬軟の三感覚を用いることを提案し、触感的好悪感を表す心理量  $T$  は、温冷感を表わす心理量  $X_W$ 、粗滑感を表わす心理量  $X_R$ 、硬軟感を表わす心理量  $X_F$  によって次式のように与えうると述べている。<sup>6)</sup>

$$T = aX_W + bX_R \cdot X_F$$

ここに  $T$ 、 $X_W$ 、 $X_R$ 、 $X_F$  の量は、好、温、粗、硬の時は正となり、悪、冷、滑、軟の時は負と定める。また、 $a$  および  $b$  は、各々正および負の定数である。そして、各要素感覚の実測心理量から上式を用いて、推定した触感心理量とその実験による総合評価値との関係は、図5のようになって妥当な結果を与えたものとしている。触感として快適なものは木材、フェルト、繊維板、コルクなどであり、快適でないものはアルミニウム、スチール、スレート、モルタル板などである。この結果をみると、材料に接触した時、皮膚から熱を奪い難い材料、それもある程度粗く、また比較的柔いものが好ましいということになる。そしてこれらの三感の内、温冷感が支配的である。温冷感に対応する物理量は、材料と皮膚の間の熱移動量  $S_w$ <sup>6)</sup> で、

Fechner 則によれば、 $X_W = C \log S_w$  となる。 $S_w$  は25種の材の実験結果によるとほぼ熱伝導率に比例している。<sup>7)</sup> 温冷感と熱移動量および熱伝導率と弾性係数との関係は、図6(a)(b)のようになる。なお、弾性係数と比重の関係は図3のようである。弾性係数は硬さの、また比重はある程度粗さの目安となりうるものである。

弾性係数は、材料の座屈や曲げに対する抵抗の程度を示す力学的に重要な量である。木材では、前述した

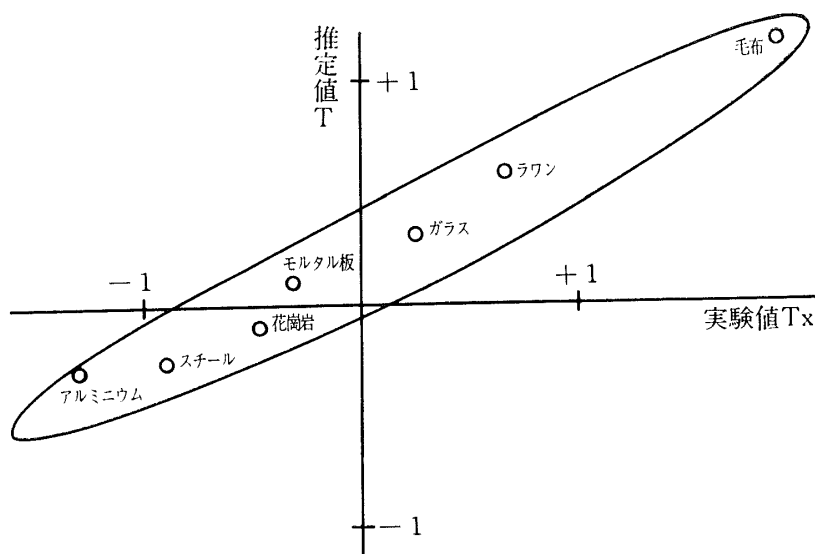


図 5<sup>6)</sup>

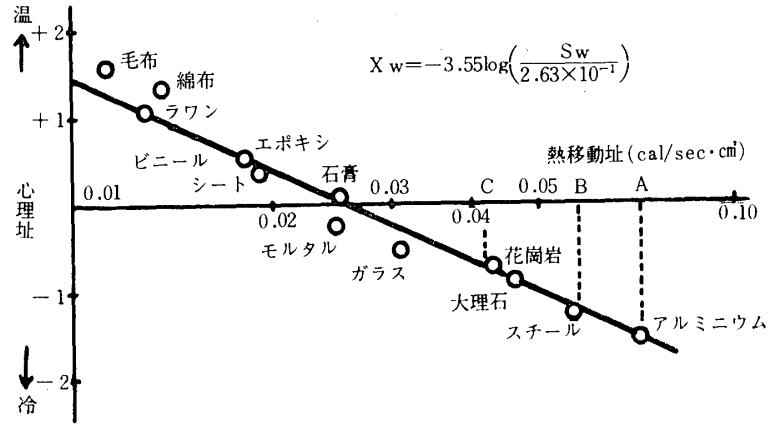


図 6 (a)

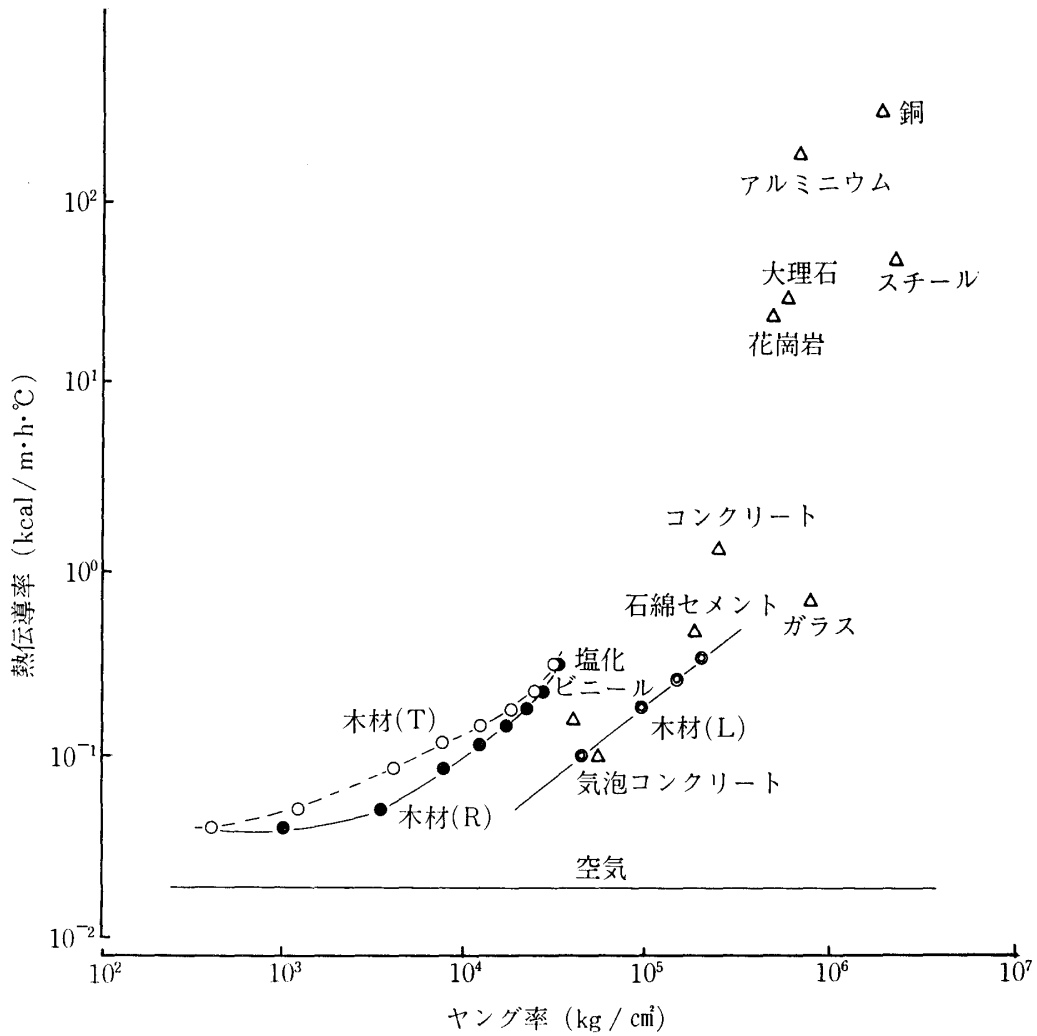


図 6 (b)

ように軸方向では高い抗座屈性を示すのであるが、横方向では弾性係数が軸方向よりも一桁低い値を示している。これは軽い材料でありながら、構造材としては軸方向の荷重によく耐えるとともに木材と人との接触面となる横方向においては低い弾性率、従って低い熱伝導率と適度の粗さを示して感触の良さを与えることとなり、ここに居住材料として異方性材料の長所をよく示している。さらに、人工の多孔材料のように低比重域における極端な弾性率の低下は生じないような積層構造をもっている。<sup>11)</sup> 従って、このような材料の形成機構の究明は、将来夢の材料を生み出すための基礎理念を与えることとなろう。

なお、床材料の触感覚について最近、浅野らの総説があり、<sup>8)</sup> また、体育館床の使用感の分析は吉岡らの報文に詳しい。<sup>9)</sup> また、前述のように温冷感は熱移動量および熱伝導率との対応で検討されて来たのであるが、材料の熱放射量との関連からも考察する必要があるだろう。因みに木材の熱輻射率は0.9、金属のそれは0.1程度とされている。<sup>10)</sup>

以上のような感触をもつ木材で造られた空間は、長期に亘る不断的作用により人間にゆとりと安定をもたらすものと考えられる。

## 調 湿 性

居住空間の機能を考える上で室内気候は重要な項目であり、快適な室内気候はASHRAE Handbook of Fundamental に詳しい。我が国における室内気候の研究の歴史は、東教授らの総説<sup>12)</sup> が要を得ている。それによると、1920年代に京大医学部の戸田教授の指導に始まるこの分野の研究は、室内の気温に関するものが多い。湿度に関しては古社寺の収蔵庫や古い民家の気象調査がなされており、その中には典型的な木造空間である校倉内の温湿度の変化が、鉄筋コンクリート造りの収蔵庫と比較されている。<sup>13)</sup> それによると、鉄筋コンクリート造りの場合には、外気や日本建築内よりも高温になるのが一般で、また、湿度も高くなることもあり、しかも高湿度状態が長時間継続しやすい傾向にあるのに対して、校倉内では、気温変化はやや大きい、湿度変化は著しく小さく(表6)、これは、木材の吸放湿特性に負うものと考えられている。木箱の内外における温湿度の日変化については図7のような報告がある。<sup>14)</sup> 箱は2cm厚のスギ乾燥材で気密に作られたものである。図にみるように、木材の熱的特性によって、温度も多少調節されているが、調湿性が著しい。すなわち、温度が上昇すると木材は放湿して、空間の湿度低下を補い、温度が低下するときには木材は吸湿して、空間の湿度上昇を防いで、箱の中には、常にほぼ一定の湿度を保っている。一方、ガラス製密閉容器内の木材量をかえて、系の温度変化に伴う関係湿度の変化が測定された結果によると、木材の量が多くなり、かつ表面積が大きくなると、湿度変化の巾は小さくなり、しかも、温度と湿度は比例関係を示すが、木材量が少くなり、表面積も小さくなると湿度変化の巾は大きくなるとともに、温度と湿度の関係は逆比例するようになって、空間の気候におよぼす木材の吸放湿特性の影響をよく示している。<sup>7)</sup>

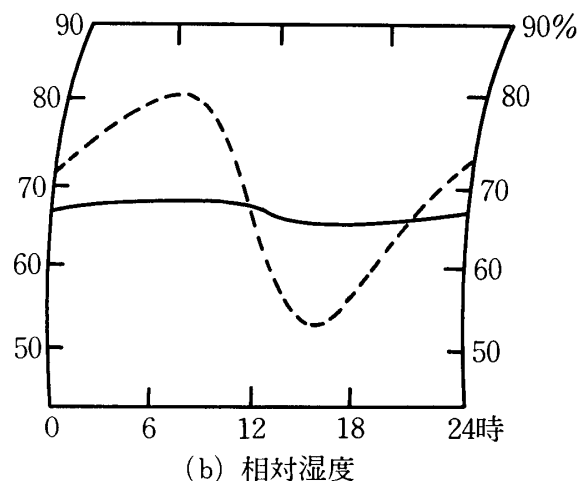
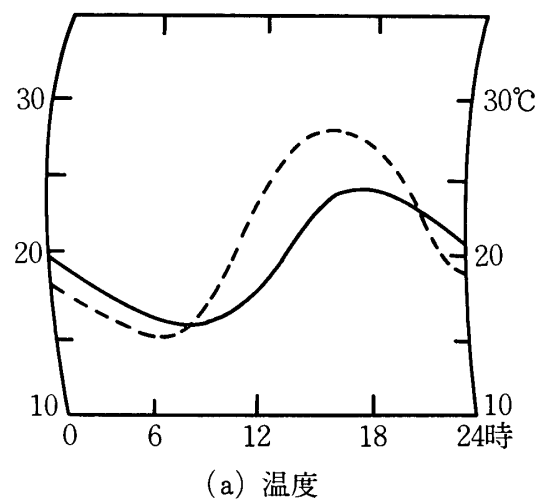
和風木造住宅内では、木材の室内気候調節作用について木箱と類似の傾向が見られる。しかし、屋根や外壁が比較的うすく、断熱性や熱容量の小さいプレハブ平屋建小型住宅などでは、密閉状態では室温が外気温より高くなって時期によっては室内気候の悪化をみる場合でも、木質系内装材の調湿作用は認められてい

表 6 宝庫内外の温湿度日変化 (1956) <sup>13)</sup>

	気 温 較 差			湿 度 較 差		
	外 気	宝 庫	比	外 気	宝 庫	比
1 月	8.5°C	0.6°C	0.07	22.0%	3.6%	0.15
4 月	11.9	1.6	0.13	27.4	3.4	0.12
8 月	10.3	0.8	0.08	22.5	0.6	0.03
全 年	9.8	1.1	0.11	23.2	2.3	0.10

る。<sup>14)</sup> このような小型住宅内をクーラーやパネルヒーターにより温度を調整した場合の室内湿度変化と内装材との関係を図8に示す。<sup>15)</sup> 供試した2戸のモデルハウスは、周囲に建造物や樹木のない土地に建てられた一室平屋建て（6畳）のもので、屋根や壁はグラスウールで断熱された木質パネル、天井および床は合板である。図は、合板で内装した場合とメラミン合板で内装した場合の温湿度の日変化を夏期密閉状態（同図a）、クーラー冷房（b）および冬期パネルヒーター暖房状態（c）について夫々、百葉箱内の温湿度と比較したものである。木材素地の調湿性をよく示している。

内装材の調湿性を実測してグレーディングしうる方法の一つに鈴木の実験がある。<sup>15)</sup> それはアルミニウム製の箱の六内面を種々の材料で張り、箱内に飽湿空気を一定量送入した後湿度の経時変化を測定するものである。アルミニウムでは空気送入後、高湿状態が続くのにに対して、吸湿性材料では、その吸湿性に対応して湿度が減少する。その程度を比較して目安とするものであるが、この方法では、材料の吸湿過程に対応



——木箱内      .....木箱外

図 7<sup>14)</sup>

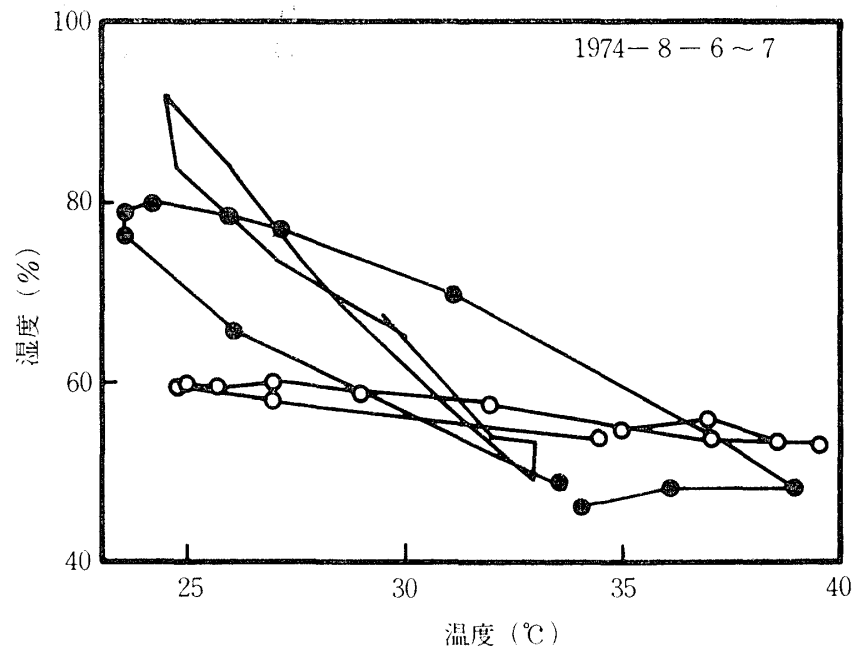


図 8 (a)

白丸：合板内装，黒丸：メラミン合板内装，実線：百葉箱

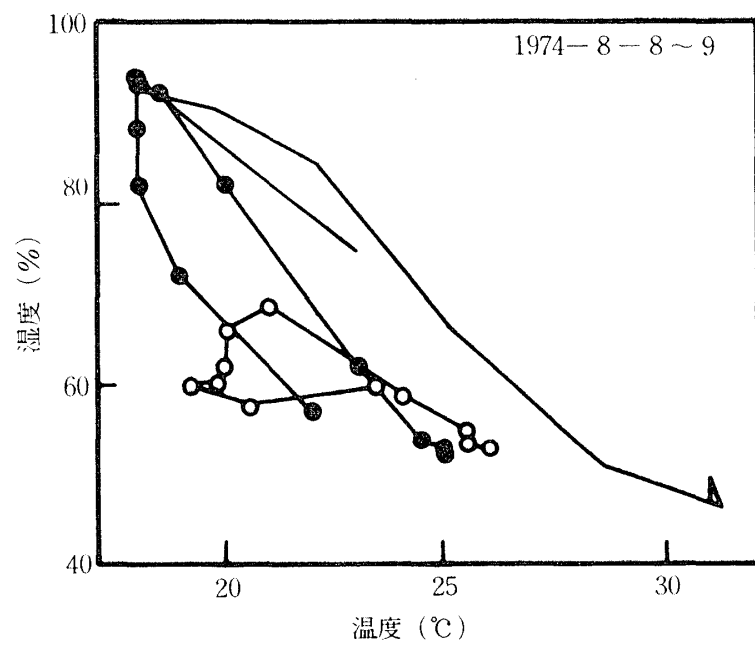


図 8 (b)

する湿度変化の測定はできるが、放湿過程に対応する測定ができない。吸放湿の両過程について測定するために図9に示す装置が用いられている。<sup>17)</sup> すなわち、一面が開放されたステンレス鋼製の箱の五内面に試験体をはりつけて真空乾燥器内に挿入して排気した後、一定量の水蒸気を送入して系を閉じ、箱内の湿度変化を測定し、次に、箱内の水蒸気を一定時間排気した後、系を閉じて箱内の湿度変化を測定する。この操作を繰返し、材料の吸放湿過程に対応する調湿性をみるので16種の材料の結果を要約して分類すると図10のようになる。<sup>15)</sup> 図中、上向きの矢印は蒸気の送入、下向きの矢印はその排出を、また※印は蒸気の送入停止時点を示す。時間  $t$  分における関係湿度を  $f(t)\%$  として

$$x = f(130) - f(120)$$

$$y = f(130) - f(180)$$

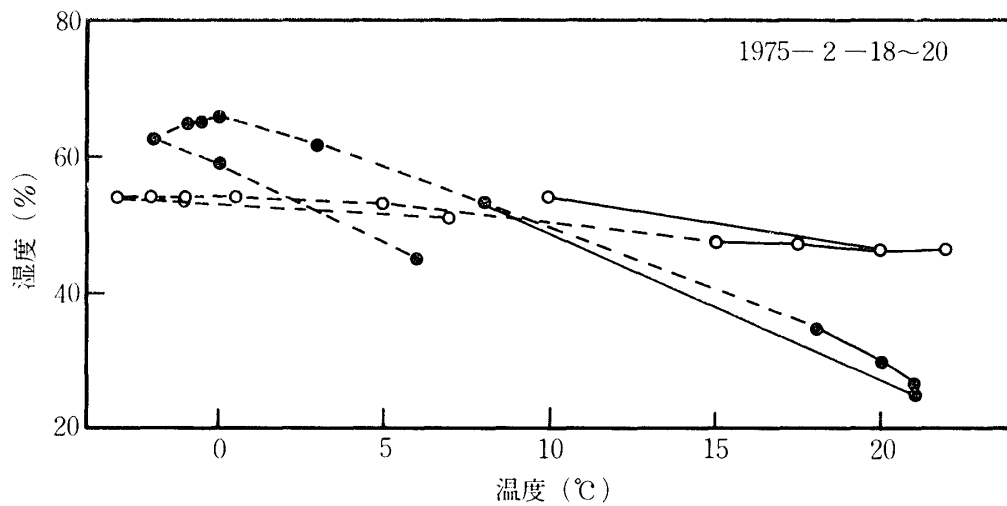


図 8 (c)

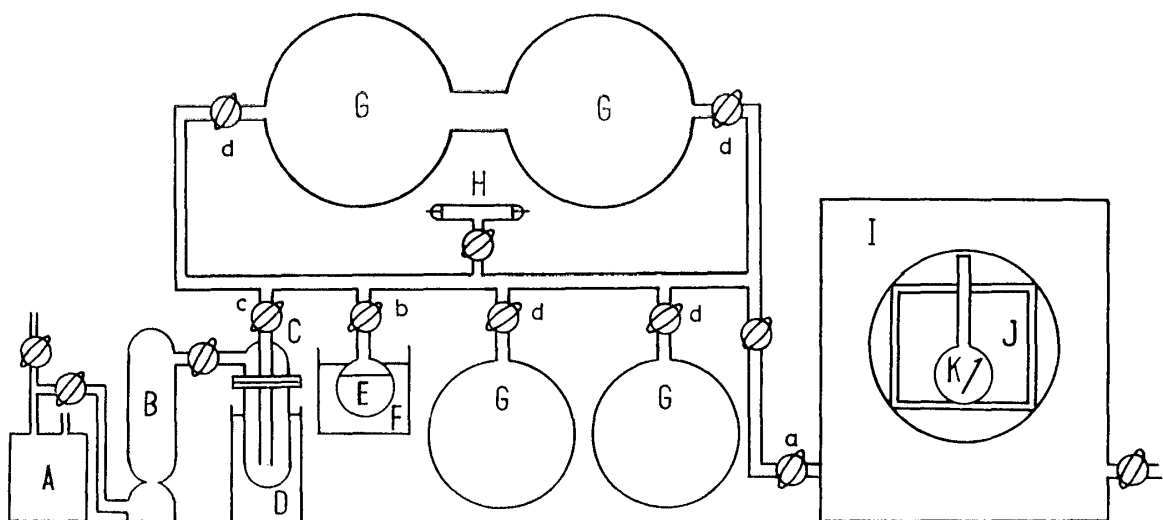


図 9

測定装置

- |              |              |           |             |
|--------------|--------------|-----------|-------------|
| A : ロータリーポンプ | D : マノメーター   | G : 蒸気溜め  | J : 試験体     |
| B : 吸収塔      | E : 蒸気発生管    | H : ガスラー管 | K : 毛髪湿度計   |
| C : トラップ     | F : 温水(40°C) | I : 真空乾燥器 | a ~ d : コック |

とおく。すなわち、一定条件下で一回吸放湿の履歴を経た後の挙動で材料の調湿能を比較するものであって、 $x$ と $y$ の値によって材料は表7のように分類できる。表中の Type IV は吸湿性のない鋼のような場合で  $x$ が50%以上、 $y$ が0%であって、蒸気送中材料の吸湿は殆どみられず、また、送入後閉じら系内での水分吸着が全く起らない状態を示し調湿機能の最も劣っている材料のグループである。これに対して、Type I は、 $x$ が20%、 $y$ が10%前後の材料で、吸湿量、吸湿速度ともに大きく、調湿性機能の優れた材料である。このように $x$ と $y$ の値により材料の調湿性はグレーディングが可能となり、木質材料は、その性能に秀れて

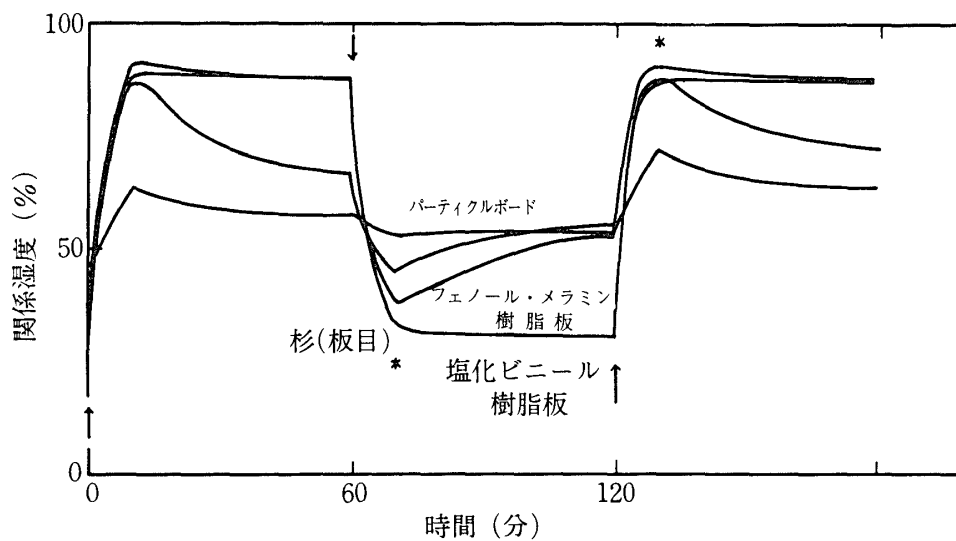


図 10<sup>17)</sup>

表 7 内装材料の調湿特性<sup>16)</sup>

試料	厚さ (mm)	$x$ (%)	$y$ (%)	タイプ
パーティクルボード	8	18	8	I
インシュレーションボード	9	22	5	
ハードボード	5	15	5	
珪酸カルシウム板	6	22	13	
スギ(板目)	4	33	15	II
合板	5	29	11	
プリント合板	3	32	21	
アミノアルキッド樹脂塗装合板	15	38	34	
PMMA樹脂板	9	39	2	III
アクリル樹脂板	11	41	2	
酢酸ビニル樹脂塗装ロックウール	11	35	7	
フェノール・メラミン樹脂板	1.5	36	3	
ゴム	10	42	1	
塩化ビニル樹脂板	1.8	55	0	IV
ガラス	2	58	0	
スチール	0.5	58	0	

いる Type I, II に属していることが分る。これは、木材実質の吸着性と木材の多孔構造に基づくものであり、さらに強度性能に関与する木材の積層構造と相まって、合成複合材料の追従し難い特性を示している。

以上、木材材料の調湿性能についてその定量化の方法を述べたが、実用の建築要素としては、初めにも述べたように、表象性や保存性とのバランスを考えた構造をとる必要がある。さらに、言うまでもなく実際の室内の湿度は、室内における熱や水蒸気の発生量や換気量などの要因にも支配されるものであり、また室内外の温度差が極端な場合には結露の現象を生じる。表3には結露性の項目があって、パネルの結露性試験方法が定められている。<sup>1)</sup> 木材の吸湿性は、又結露防止に大きな役割を果たしているが、このような材料特性は調湿機能とともに、木造空間の重要な一特長となっている。

## むすび

我が国の住宅水準は衣食の水準に比較して欧米より遙かに立ち遅れていて、これが国民の生活に歪を与え、生活のゆとりと安定を失わせていると言われている。人口動態を考えると統計によれば戸数については、昭和40年を境に全国的に住宅戸数は世帯数を越えていると言われているにもかかわらず、現実の特に主要都市圏における住宅事情は極めて厳しいものがある。その対策には、住宅数の政策以外に地方振興などを含めた国土の総合計画の見直しが必要であろう。一方、住宅水準の内容はその絶対的な欠落状態から高水準の状態まで著しく多様化しており、さらに近年の経済的、社会的動向の変化に伴い、相対的な居住水準の向上を見ようとしていて、それに対応するためには材料の面からも材質、資源、エネルギーあるいは他材料の動向などの検討の上に立つ方策を講ずる必要が生じている。その際、基本的には生活空間の安全性の他に保健、能率、快適性などの条件が今後さらに重視され、保証されなければならない。この要請に応えるためには、木造空間の特性と生物材料としての木材材料の機能とを人間の尺度からも広く掘り下げてゆく必要があり、その体系化には、まずこのように広い分野を包含した核となる研究組織の設置が望まれる。

## 参 考 文 献

- 1) 建築研究所報告, No. 44, (1965), No. 51, (1968), No. 56(1970), No. 58, (1970), No. 64 (1973).
- 2) 林毅, 複合材料工学, 日科技連 (1971).
- 3) 小原二郎, 岡本一, 木材誌, **1**, 80, (1955).
- 4) 吉田正昭, 触覚の系統(1), 日本女子大紀要, **13**, (1964).
- 5) G. W. BLOMGREN, For. Prod. J., **15**, 149(1965).
- 6) 岡島達雄, 建築材料学入門, 井上書院 (1974).
- 7) 鈴木正治, 材料, **24**, 822 (1975).
- 8) 浅野猪久夫, 都築一雄, 木材工業, **29**, 310 (1974).
- 9) 小野英哲, 吉岡円, 日本建築学会論文集, 226号, 9 (1974). 227号, 1 (1975).
- 10) 増田稔, 満久崇麿, 山浦安春, 木材工業, **29**, 306 (1974).
- 11) 大釜敏正, 山田正, 材料, **24**, 873 (1975).
- 12) 東修三, ハウスクリマ, 第1号, (1969).
- 13) 永田四郎, 同上
- 14) 東修三, 木材工業, **29**, 287 (1974).
- 15) 鈴木正治, 木材工業, **25**, 393 (1970).
- 16) 則元京, 山田正, 未発表
- 17) 則元京, 山田正, 木材工業, **29**, 301 (1974).